Aus den Seminaristischen Uebungen für Pathologische Physiologie
an der Universität Berlin
(Leiter: Prof. Dr. Adolf Bickel)

# 40%ig und 100%ig ausgemahlenes Gerstenmehl als Nahrungs-N-Träger in seinem Einfluß auf die Lage der Harnquotienten C:N und Vacat-O:N

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Karl Mänz
aus Scherndorf

Tag der Promotion: 20. 1. 1941

Druck: Karl und Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44

M 394

Gedruckt mit Genehmigung

der

Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz

Referent: Prof. Dr. Adolf Bickel

Korreferent: Prof. Dr. Lohmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Veranlassung zu der experimentellen Untersuchung, über die ich im folgenden berichten will, war folgende:

In einer aus dem hiesigen Laboratorium erschienenen Arbeit von Schopp (1), die sich mit der Geschichte der Gerste in der menschlichen Ernährung befaßte, und in der das handelsübliche Gerstenmehl als Nahrungs-Stickstoffträger in seiner Wirkung auf die Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel untersucht wurde, war als Ergebnis aufgestellt worden, daß die Gerste, was übrigens schon immer bekannt war, im Altertum neben dem Weizen die Hauptgetreideart für die menschliche Ernährung darstellte und daß das handelsübliche Gerstenmehl der Gegenwart eine Oxydationslage unterhält, die wesentlich schlechter als diejenige ist, welche durch eine sonst ähnliche zusammengesetzte Nahrung bedingt wird, in der Casein der Nahrungs-Stickstoffträger ist.

Neben der Rolle, die die Gerste in der menschlichen Ernährung spielte, interessierte aus Gründen die sogleich näher dargelegt werden sollen, vor allem die Tatsache, daß in den ältesten Zeiten bei den Griechen wohl die Gerste den Grundstoff der Ernährung gebildet hat. Erst später wurde sie durch den Emmer ersetzt, der allmählich von den nackten Weizenarten verdrängt wurde. Indessen behauptete sich die Gerste auch später immer noch neben dem Weizen. Bemerkenswert ist, daß nach der Reinigung des Getreides von der Spreu gerade die Gerste mit Vorliebe durchgeröstet wurde, um die Ablösung der Spelzen zu beschleunigen. Die Getreidekörner wurden alsdann in Mörsern gestoßen oder in Handmühlen gemahlen. Auch grüne Gerstenkörner röstete man und kochte aus ihnen einen Brei, nachdem sie einmal die Mühle passiert hatten und noch nicht zu feinem Mehl vermahlen waren. (Hintze 2).

Das Gerstenmehl, das im Gegensatz zum Weizenmehl schlechthin als gröberes Mehl bezeichnet wurde, wurde mit Wasser zu einem einfachen Teig geknetet und in einer Form

getrocknet. Man nannte diese Speise Maza, die mit Wasser angefeuchtet genossen wurde. Diese war in den ältesten Zeiten die eigentliche Alltagsnahrung der Griechen. Zu Brot wurde Gerstenmehl weniger verbacken, nur das Heer scheint ehemals Gerstenbrot bevorzugt zu haben. Je mehr aber die Gerste durch den importierten Weizen verdrängt wurde, umso mehr bürgerte sich das Weizenbrot ein, da sich der Weizen vel mehr als die Gerste für die Herstellung von Backwaren eignet. Schon im 5. Jahrhundert vor Chr. war das Weizenbrot in Griechenland verbreitet, obschon damals und auch später noch der Gerstenanbau weiteste Verbreitung behielt. Der Weizen war und blieb hauptsächlich Importware und verdrängte schließlich die Gerste, die fast nur noch die Nahrung der Sklaven und niedrigsten Volksschichten war. (2).

Wir erfuhren soeben, daß sich das Gerstenbrot bei den griechischen Soldaten offenbar besonderer Beliebtheit erfreute. Man rechnete 1 Choinix = 1,08 Liter Gerstenmehl = 702 g pro Tag und Mann. 1 Choinix Gerste würde etwa 1 Pfund Brot ergeben. Diese Ueberlieferung in Verbindung mit der bedeutenden Stellung, die die Gerste überhaupt in der älteren Zeit in der griechischen Volksernährung gehabt hat, weist darauf hin, daß auch zu mindest in dieser älteren Zeit die Gerste in der Nahrung der olympischen Wettkämpfer eine gewisse Rolle gespielt haben dürfte. Später wird sie wohl, entsprechend der allgemeinen Geschmacksänderung, auch bei dieser Nahrung mehr und mehr durch den Weizen ersetzt worden sein.

Wann aber immer Gerste oder Weizen im Altertum zur Herstellung von Brei, Maza oder Brotnahrung benutzt wurde, handelte es sich stets um Vollkornmehl, das zur Nahrungsbereitung diente.

Zur genaueren Analyse der olympischen Sportnahrung war es daher erforderlich, über das ernährungsphysiologische Verhalten des Gersten- und Weizenmehls von hundertprozentiger Ausmahlung genau unterrichtet zu sein.

Für das Weizenmehl aller Ausmahlungsgrade liegen die diesbezüglichen Untersuchungen vor, (3) die uns hier vor allem interessieren, nämlich die Untersuchung der Wirkung seines Eiweisses auf den Ablauf der Oxydationen

im Zwischenstoffwechsel. Diese Untersuchungen ergaben, daß Weizenmehl aller Ausmahlungsgrade eine optimale Oxydationslage einreguliert, wenn es der Nahrungs-Stickstoffträger ist.

Die eingangs erwähnte Arbeit von Schopp hatte nun für das handelsübliche Gerstenmehl, bei dem man eine etwa 70 %ige Ausmahlung annehmen darf, nachgewiesen, daß es in dieser Richtung wenig günstig auf den Stoffwechsel wirkt. Es erhob sich nun die Frage, ob das eine generelle Wirkung des Gerstenmehles aller Ausmahlungsgrade und somit auch des im Altertum gebräuchlichen Gerstenvollkornmehles ist, oder ob sich die Gerste ähnlich dem Roggen verhält, dessen 100 %ig ausgemahlenes Mehl einen recht guten Einfluß auf den Zwischenstoffwechsel hat, während nur seine Mehle niedrigere Ausmahlungsgrade sich ungünstig auf die Oxydationslage auswirken.

Denn die Art und Weise der Steuerung der Oxydationen im Zwischenstoffwechsel ist wesentlich für die Eignung oder Nichteignung eines eiweißhaltigen Nahrungsmittels als Bestandteil einer Nahrung, die höchste körperliche Sportleistungen bewirken soll.

So hat also die Frage nach dem Einfluß des Gerstenmehles verschiedener Ausmahlungsgrrade und insbesondere die nach dem Einfluß des Gerstenmehles 100 %iger Ausmahlung auf die Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel ein medizinisch-geschichtliches Interesse, das groß genug ist, um eine dahingehende experimentelle Prüfung als lohnend erscheinen zu lassen.

Das ist der Grund, warum ich mich nach den Versuchen von Schopp, die bereits vor einigen Jahren durchgeführt worden waren, erneut der Untersuchung des Gerstenmehls in der gleichen Richtung, in der es Schopp tat, zuwende. Das uns jetzt interessierende Problem tauchte erst auf, als Schopp seine Arbeit längst beendet hatte.

Da es sich bei meiner Arbeit im wesentlichen um die Untersuchung des Gersteneiweißes in seiner Wirkung auf den Betriebsstoffwechsel handelt, erscheint es angebracht in aller Kürze das Wesentlichste zu rekapitulieren, was über die Chemie des Gersteneiweißes, und das, was über seinen

Einfluß auf andere Stoffwechselphase, den Baustoffwechsel bekannt ist.

Der Proteingehalt des Gerstenkornes zeigt recht erhebliche Schwankungen, die durch Sorte, Boden und Klimaverhältnisse, Düngung und Bewässerung usw. bedingt sind (4, 5). Auf die Art des Eiweißes haben diese Faktoren jedoch keinen nennenswerten Einfluß, was Osborne (6) besonders betont hat. Der Proteingehalt steht in gewissen Beziehungen zum Kohlehydratgehalt, wobei niedriger Proteingehalt einem hohen Stärkegehalt und umgekehrt entspricht. Allgemein nimmt der Proteingehalt von den äußersten Kornschichten nach innen hin ab, was besonders für das Endosperm gilt. Keimling und Aleuronzellen sind sehr eiweißhaltig. Die Natur des Gerstenproteins ist nicht einheitlich Auf Grund der verschiedenen Löslichkeitsverhältnisse können wir bei allen Cerealien 4 verschiedene Proteine dargestellt werden: Hordein, Glutelin, Albumin und Globulin. (5).

Das Hordein kommt nach Osborne (7) in einer Menge von 4 % vor, bei einem Gesamtproteingehalt von 10,75 %. In Bezug auf die physikalischen Eigenschaften ähnelt es dem Gliadin des Weizens sehr (8). Jedoch bestehen in chemischer Hinsicht deutliche Unterschiede, was z. B. der verschiedene Tryptophan-Gehalt beweist, den Tillmanns und Alt (9) für Hordein mit 1 % festsetzen. Ueber die das Hordein-Molekül bildenden Aminosäuren-Komplexe geben die bei der hydrolytischen Spaltung gewonnenen Produkte Auskunft (Osborne und Klapp (10), Kleinschmit (8)), obwohl dadurch nicht die Totalität des Moleküls erfaßt wird, was besonders Troensegaard (11) in neuerer Zeit am Weizengliadin bewiesen hat. Bei den von Osborne und Klapp gefundenen Ergebnissen fallen besonders die hohen Werte von Prolin, Glutaminsäure, Phenylalanin und Ammoniak auf. Wenn sie noch kein Lysin fanden, muß dies auf einen Irrtum beruhen, denn Fine (12) u. a. fanden es zu ungefähr 1 %. Diese Menge, wie die des Arginins und Histidins ist jedoch recht gering, was ebenfalls aus den nach der Hausmann'schen Methode gefundenen Ergebnissen über die Verteilung des Stickstoffs im Hordeinmolekül hervorgeht, wonach der Anteil des basischen Aminosäure-Stickstoffs recht niedrig ist (4).

Das Glutelin, das übrigens nach Tillmanns und Alt (9) nicht völlig alkoholunlöslich ist, im Gegensatz zu früheren Auffassungen, befindet sich mit dem Hordein zusammen nur im Mehlkörper, und zwar macht es nach Priors (13) Untersuchungen mit Hordein zusammen 70,8—80,5 % des Gesamtproteins aus. Nach Csonka und Jones (14) kommen in der Gerste 2 Gluteline vor. Für das α-Glutelin geben sie folgende Zusammensetzung an:

| | |
|---|---|
| Cystin | 3,10 % |
| Arginin | 5,59 % |
| Histidin | 1,09 % |
| Lysin | 2,88 % |

Danach liegen die Arginin- und Lysingehalte höher als beim Weizenglutelin (4). Der Tryptophangehalt beträgt nach Tillmann und Alt 1,21 %. (9). Obwohl Gerstenglutelin also einen relativ hohen Arginin-, Lysin- und Tryptophangehalt aufweist, ist es mit dem Hordein zusammen nicht so aufgebaut, daß beide ihre biologische Wertigkeit durch Kompensation erhöhen (Mc Simmonds (4)).

Globulin und Albumin, die an Menge recht zurücktreten, kommen besonders in der Aleuronschicht und im Keimling vor. Sie weisen beide einen ziemlich hohen Tryptophangehalt auf und besitzen recht große Aehnlichkeit mit den entsprechenden tierischen Proteinen. (5, 15).

Die für den Eiweißumsatz wichtigen Faktoren, wie Vitamine und anorganische Salze, zeigen bei der Gerste praktisch dieselben Verhältnisse wie bei Weizen und Roggen, so daß hier nicht näher darauf eingegangen werden soll (16, 17, 4; 5, 18, 19; 20).

Ueber die Bedeutung des Gersteneiweißes auf den Baustoffwechsel ist vielfach gearbeitet worden. Osborne und Mendel (21) fanden, daß reichliche Mengen Hordein als einzige Eiweißquelle zur Erhaltung (Maintance) von Ratten für längere Zeit ausreichten, jedoch zur Unterhaltung normalen Wachstums nicht geeignet waren. Dafür ist offenbar der Lysingehalt zu gering, der wohl neben dem Tryptophan den Erhaltungsstoffwechsel für einige Zeit aufrecht erhalten kann (22). Entsprechende Versuche mit dem Gerstenglutelin konnten in der Literatur nicht gefunden werden. Aus einem Vergleich der angeführten Spal-

tungsprodukte mit denen des Weizenglutelins ergibt sich eine biologisch günstigere Zusammensetzung des Gerstenglutelins. Es ist daher anzunehmen, daß das Gerstenglutelin genau wie das Weizenglutelin (Osborne (21) eine günstigere Wirkung auf das Wachstum ausübt als das Hordein, wenn es auch nicht als vollwertig für diese Stoffwechselphase anzusehen ist. Die Gesamtproteine von Gerste sollen ebenfalls nach Osborne (23, 24) alle für das Wachstum nötigen Aminosäuren liefern, wenn sie in solchen Mengen gegeben werden, daß der relative Mangel einzelner Bausteine ausgeglichen werden kann. Jedoch ergaben länger dauernde Versuche ein deutliches Zurückbleiben des Wachstums in der Tochtergeneration derjenigen Tiere, welche mit 10 % Gerstengesamtproteinen neben entsprechenden Zusätzen von Salzmischung, Butterfett und Stärke ernährt wurden. Damit ist also eine nicht hinreichende Wirkung auf den Baustoffwechsel bewiesen. Aehnliche Ergebnisse bei Leghornhühnchen erzielten Buckner und Milasb (25). Die Gerstentiere Osbornes zeigten jedoch gegenüber den genau so ernährten Weizen- und Roggentieren mit Rücksicht auf das spätere Gedeihen und das Allgemeinbefinden eine deutliche Ueberlegenheit. Zu derselben Feststellung kamen Weiser und Caitschek (26) auf Grund ihrer vergleichenden Untersuchungen an Ziegen, die sie ungefähr 312 Tage lang anstellten. Aus Osbornes Untersuchungen geht weiterhin eine deutliche Ueberlegenheit des Eiweißes des Gesamtkorns gegenüber dem des Endosperms im Baustoffwechsel vor. Genau wie Osborne fanden auch Steenbock (27) usf. bei ausschließlicher Verfütterung von Gerstengesamtproteinen ein Zurückbleiben des Wachstums der Versuchstiere. Jedoch sehen sie auf Grund ihrer Ergebnisse die Unvollkommenheit des Gersteneiweißes und den Vitamin-A-Mangel nur von sekundärer Bedeutung für das Ausbleiben bzw. das unvollkommene Wachstum an und machen dafür in erster Linie die unzureichende Menge bzw. das Fehlen gewisser anorganischer Salze verantwortlich.

## Experimenteller Teil.

Das zu den Versuchen erforderliche Gerstenmehl war im Institut für Müllerei, Berlin, aus einem größeren Vorrat Gerste hergestellt worden. Ein Teil dieser Gerste war 100 %ig ausgemahlen worden, ein anderer 40 %ig. Ich bin dem Direktor des Instituts, Herrn Professor Dr. Mohs, für seine liebenswürdige Unterstützung meiner Versuche zu Dank verpflichtet.

Die Versuche wurden an 2 Gruppen von je 10 weißen Ratten mit einem mittleren Körpergewicht von ca. 283 g durchgeführt. Jede Gruppe saß gemeinsam in einem Stoffwechselkäfig, der es gestattete, Harn und Kot getrennt aufzufangen. Die Analysen wurden mit der 24-stündigen Harnmenge angestellt. Der Kot wurde periodenweise gesammelt und auf Trockensubstanz und Stickstoffgehalt analysiert. Da man bei derartigen Gruppenversuchen mit kleinen schwer vermeidlichen Harnverlusten rechnen muß, haben die absoluten Werte für die täglichen Harnmengen und ihren C-Vakatsauerstoff- und Stickstoffwert nur bedingte Gültigkeit. Darum verbietet es sich, eine Stickstoffbilanz aufzustellen. Erfahrungsgemäß wird aber durch diese kleinen Harnverluste die Mischung der gelösten Harnsubstanz nicht alteriert. Auf ihr Verhalten kommt es bei meinen Versuchen allein an, so daß dieser Faktor nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Jede Rattengruppe bekam täglich eine genau definierte gemischte Nahrung, die quantitativ aufgefressen wurde. Wie aus den Futtertabellen hervorgeht, waren die Nahrungs-N-Träger in der ersten Periode Casein, in der zweiten Periode 40 %ig ausgemahlenes Gerstenmehl und in der dritten Periode 100 %ig ausgemahlenes Gerstenmehl. Da sich in der Casein-Periode bei beiden Tiergruppen die Nahrung nicht ganz kalorisch genügend erwiesen hatte, denn es trat eine leichte Körpergewichtsabnahme ein, wurde in den Gerstenmehlperioden durch eine Zulage von Fett der Kaloriengehalt um ca. 15 % der Caseindiät gegenüber erhöht. Nach den Untersuchungen von Kurtzke (3) ändert erst eine Erhöhung des Kaloriengehaltes von über 60 % durch Fettzulage das Mischungsverhältnis der gelösten

Harnsubstanz, so daß also eine Kalorienzulage von 15 % ganz unbedenklich ist. In der ersten Periode wurde der Kohlehydradgehalt zu annähernd gleichen Teilen von Rübenzucker und Kartoffelstärke, in der zweiten und dritten Periode wurde er von der Stärke des Gerstenmehls und von Zucker geliefert. Das Fett war in allen Perioden Lebertran. Der Stickstoffgehalt aller Diäten war gleich. Die Nahrungszubereitung geschah derart, daß aus allen Bestandteilen der Nahrung bis auf die Vitaminträger, Lebertran und Apfelsinensaft, ein steifer Brei gekocht wurde, dem die Vitaminträger erst nach Erkalten beigegeben wurden.

Jede Versuchsperiode dauerte 7 Tage. Die Analysen wurden nur an den 5 letzten Tagen jeder Periode durchgeführt, damit sich der Stoffwechsel in den ersten zwei Tagen auf die für die betreffende Periode zuständigen Ernährungsbedingungen einstellen konnte. Im Harn wurde der Kohlenstoff nach der Mikromethode von Nicloux-Osuka (28), der Vacat-Sauerstoff nach der Mikromethode von Kanitz (29) und der Stickstoff nach der Halbmikromethode von Kjeldahl bestimmt. Aus diesen Tageswerten wurden die Tageswerte für die Quotienten C : N und Vacat-Sauerstoff zu N errechnet. Aus den Tageswerten für C, Vacat-Sauerstoff und Stickstoff wurden die Periodenmittelwerte ermittelt und durch Division dieser Mittelwerte für C, Vacat-Sauerstoff und Stickstoff wurden die Periodenmittelwerte für die Quotienten errechnet.

Die beiden Versuche an den 2 Rattengruppen verliefen sehr gleichmäßig. Im Vergleich zu der Lage der Harnquotienten C : N und Vacat-Sauerstoff zu N in der ersten Periode mit Casein als Nahrungs-N-Träger stiegen die Quotienten in der zweiten Periode mit dem 40 %igen Gerstenmehl kräftig an, um in der dritten Periode mit dem 100 %igen Gerstenmehl als Nahrungs-N-Träger diesen Anstieg noch etwas fortzusetzen, was die folgende Tabelle veranschaulicht.

| | 1. Versuch: | | 2. Versuch: | |
|---|---|---|---|---|
| | C : N | Vacat O : N | C : N | Vacat O : N |
| 1. Periode: | 1,14 | 1,90 | 1,14 | 1,98 |
| 2. Periode: | 1,41 | 2,52 | 1,37 | 2,39 |
| 3. Periode: | 1,50 | 2,98 | 1,50 | 3,00 |

Nebenbei sei darauf hingewiesen, wie aus der vorstehenden Tabelle hervorgeht, daß die Körper der beiden Rattengruppen mit großer Gleichmäßigkeit gearbeitet haben; eine Beobachtung, die die unbedingte Zuverlässigkeit der Methode erneut unter Beweis stellt.

Die Steigerung der Harnquotienten in den Gerstenmehlperioden kommt bei einer Reduktion der Harn-N-Menge und rückläufigen Werten für C und Vakat-O zustande. Es weist aber der Harn bei der Gerstenmehlnahrung im Vergleich zur Caseinnahrung im Hinblick auf seinen N-Gehalt einen gesteigerten Gehalt an N-freier organischer Substanz auf.

Indem das Gerstenmehl bei der 100 %igen Ausmahlung eine fast noch schlechtere Oxydationslage unterhält als bei seiner 40 %igen Ausmahlung, unterscheidet es sich vom Roggenmehl, denn dieses bewirkt bei 100 %iger Ausmahlung eine bessere Oxydationslage als bei 40 %iger Roggenmehl von 100 %iger Ausmahlung unterhält eine Oxydationslage, die ähnlich derjenigen ist, wie sie dem Casein anhaftet. In Bezug auf diese Steuerung der Oxydationen sind aber beide, das Gerstenmehl aller Ausmahlungsgrade und das Roggenmehl aller Ausmahlungsgrade, bis auf das 100 %ige, dem Weizenmehl unterlegen, da sich das Weizenmehl aller Ausmahlungsgrade genau wie das Casein verhält.

Es ist jetzt einschließlich der Arbeit von Schopp das Gerstenmehl 40 %iger, ca. 70 %iger (handelsüblich) und 100 %iger Ausmahlung untersucht.

Indem das Gerstenmehl aller Ausmahlungsgrade besonders auch das 100 %ige im Gegensatz zum 100 %ig ausgemahlenen Roggenmehl und noch mehr zum 100 %igen Weizenmehl als Nahrungs-Stickstoffträger eine schlechte Oxydationslage im Zwischenstoffwechsel unterhält, erweist es sich als eine dem Roggen und vor allem dem Weizen in ihrer ernährungsphysiologischen Wirkung unterlegene Ge-

treidenahrung. Im Baustoffwechsel jedoch scheinen die Gesamtproteine der Gerste denen von Roggen und Weizen ebenbürtig zu sein, wenn nicht sogar um ein geringes überlegen.

Das 100 %ig ausgemahlene Gerstenmehl gehörte mit der ihm eigenen Wirkung auf die Oxydationslage auch sicher nicht zu den für körperliche Höchstleistung geeigneten Nahrungsmitteln, von denen, wie einleitend schon erwähnt wurde, die Einregulierung einer möglichst günstigen Oxydationslage verlangt wird, die ihrerseits eine möglichst vollständige energetische Ausnutzung des im Zwischenstoffwechsel zur Verbrennung gelangenden Materials bedingt.

Wenn wir uns den Siegeszug des Weizens in der menschlichen Ernährung vergegenwärtigen, müssen wir uns immer wieder die Frage vorlegen, ob er nicht neben allen anderen Gründen (Geschmack, Backfähigkeit und dergl.) auch mitbedingt wurde durch die instinktmäßige Auswahl des Menschengeschlechtes, das sich derjenigen Brotnahrung zuwandte, die durch die regulatorischen Eigenschaften des Eiweißes den Körper am leistungsfähigsten machte.

Zum Schluß wollen wir noch einen Blick auf die Kotanalyse werfen, aus der hervorgeht, daß die quantitative und qualitative Beschaffenheit des Kotes sich in der Periode mit dem 40 %igen Gerstenmehl nur wenig von derjenigen unterschied, in der Casein verfüttert wurde. Im Vergleich zur letzteren sind in der ersteren die Werte für den Trockenkot und den Kot-Stickstoff nur wenig erhöht. Das ballastreich 100 %ige Gerstenmehl aber bewirkt selbst bei den Ratten, die ja eine gute Zelluloseverdauung besitzen, eine sehr starke Steigerung der Trockenkotmenge und des Kot-N-Gehaltes. Das ist die alte Erfahrung, die man immer wieder bei den Vollkornmehlen macht, einerlei aus welchem Getreide sie hergestellt sind.

## Tägliche Futtermenge für 10 Ratten.

Es enthalten:

| | | |
|---|---|---|
| 1 g | Casein | 0.1234 g N |
| 1 g | Gerstenmehl 40 % | 0.01428 g N |
| 1 g | Gerstenmehl 100 % | 0.0159 g N |
| 1 g | Kartoffelstärke | 0.0008 g N |

1. Periode:

| | | Kal. | N. |
|---|---|---|---|
| Casein | 10,0 g | 41 | 1,234 |
| Kartoffelstärke | 50,0 g | 168 | 0,040 |
| Zucker | 56,0 g | 230 | |
| Lebertran | 20,0 ccm | 180 | |
| Salzgemisch | 2,0 g | 619 | 1,274 |
| Apfelsinensaft | 10,0 ccm | | |
| Wasser | 600,0 ccm | | |

2. Periode:

| | | Kal. | N. |
|---|---|---|---|
| Gerstenmehl 40 % | 86,0 g | 308 | 1,238 |
| Zucker | 30,0 g | 123 | |
| Lebertran | 30,0 ccm | 270 | |
| Salzgemisch | 2,0 g | 701 | 1,238 |
| Apfelsinensaft | 10,0 ccm | | |
| Wasser | 600,0 ccm | | |

3. Periode:

| | | Kal. | N. |
|---|---|---|---|
| Gerstenmehl 100 % | 77,0 g | 276 | 1,229 |
| Zucker | 40,0 g | 164 | |
| Lebertran | 30,0 ccm | 270 | |
| Salzgemisch | 2,0 g | 710 | 1,229 |
| Apfelsinensaft | 10,0 ccm | | |
| Wasser | 600,0 ccm | | |

## Trocken-Kotanalysen von je 10 Tieren.

| | Menge in 5 Tagen | | N in 5 Tagen | |
|---|---|---|---|---|
| Periode Nr. | 1. Versuch | 2. Versuch | 1. Versuch | 2. Versuch |
| 1 | 20,9 g | 20,4 g | 1,096 g | 0,991 g |
| 2 | 25,0 g | 22,2 g | 1,142 g | 0,939 g |
| 3 | 55,3 g | 50,9 g | 1,642 g | 1,502 g |

## Analysentabelle 10 Ratten. Versuch I.

| Versuchs-tag Nr. | Körper-gewicht in g | Harn-menge ccm | Harn-C mg | Harn-Vacat O mg | Harn-N mg | C/N | O/N | O/C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Periode I: Casein. | | | | | |
| 1 | 284 | 250 | 998 | 1567 | 833 | 1,20 | 1,88 | 1,57 |
| 2 | 284 | 260 | 913 | 1334 | 837 | 1,09 | 1,59 | 1,46 |
| 3 | 279 | 270 | 949 | 1674 | 794 | 1,20 | 2,10 | 1,76 |
| 4 | 280 | 275 | 716 | 1320 | 670 | 1,07 | 1,97 | 1,84 |
| 5 | 279 | 240 | 847 | 1468 | 732 | 1,15 | 2,00 | 1,73 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 884 | 1473 | 773 | 1,14 | 1,91 | 1,67 |
| | | | Periode II: Gerstenmehl 40 %. | | | | | |
| 6 | 276 | 205 | 756 | 1260 | 577 | 1,31 | 2,18 | 1,67 |
| 7 | 278 | 215 | 726 | 1172 | 503 | 1,44 | 2,38 | 1,61 |
| 8 | 278 | 250 | 632 | 1180 | 406 | 1,56 | 2,91 | 1,87 |
| 9 | 277 | 205 | 638 | 1145 | 436 | 1,46 | 2,63 | 1,80 |
| 10 | 277 | 195 | 581 | 1193 | 437 | 1,33 | 2,73 | 2,05 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 667 | 1190 | 472 | 1,41 | 2,52 | 1,78 |
| | | | Periode III: Gerstenmehl 100 %. | | | | | |
| 11 | 277 | 120 | 542 | 1088 | 423 | 1,28 | 2,57 | 2,01 |
| 12 | 277 | 170 | 762 | 1448 | 524 | 1,46 | 2,77 | 1,90 |
| 13 | 277 | 205 | 621 | 1241 | 402 | 1,55 | 3,09 | 2,00 |
| 14 | 277 | 185 | 583 | 1268 | 360 | 1,62 | 3,52 | 2,18 |
| 15 | 277 | 155 | 886 | 1672 | 547 | 1,62 | 3,06 | 1,89 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 679 | 1343 | 451 | 1,50 | 2,98 | 1,98 |

## Analysentabelle 10 Ratten. Versuch II.

| Versuchstag Nr. | Körpergewicht in g | Harnmenge ccm | Harn-C mg | Harn-Vacat O mg | Harn-N mg | C N | O N | O C |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Periode I: Casein. | | | | | |
| 1 | 282 | 250 | 1001 | 1733 | 896 | 1,12 | 1,93 | 1,73 |
| 2 | 282 | 230 | 879 | 1441 | 766 | 1,14 | 1,88 | 1,64 |
| 3 | 280 | 240 | 625 | 1152 | 585 | 1,07 | 1,97 | 1,84 |
| 4 | 280 | 275 | 965 | 1723 | 809 | 1,19 | 2,12 | 1,79 |
| 5 | 279 | 245 | 848 | 1482 | 741 | 1,14 | 2,00 | 1,75 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 864 | 1506 | 759 | 1,13 | 1,98 | 1,75 |
| | | | Periode II: Gerstenmehl 40 %. | | | | | |
| 6 | 276 | 195 | 717 | 1199 | 530 | 1,35 | 2,26 | 1,67 |
| 7 | 277 | 190 | 770 | 1403 | 572 | 1,33 | 2,45 | 1,82 |
| 8 | 277 | 220 | 607 | 1185 | 425 | 1,43 | 2,79 | 1,95 |
| 9 | 276 | 180 | 740 | 1390 | 549 | 1,35 | 2,53 | 1,88 |
| 10 | 276 | 160 | 647 | 1416 | 465 | 1,39 | 3,04 | 2,17 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 696 | 1319 | 508 | 1,37 | 2,59 | 1,89 |
| | | | Periode III: Gerstenmehl 100 %. | | | | | |
| 11 | 275 | 115 | 583 | 1257 | 444 | 1,31 | 2,83 | 2,16 |
| 12 | 275 | 150 | 807 | 1678 | 567 | 1,42 | 2,95 | 2,08 |
| 13 | 276 | 165 | 723 | 1406 | 462 | 1,56 | 3,04 | 1,95 |
| 14 | 275 | 200 | 642 | 1304 | 395 | 1,62 | 3,30 | 2,03 |
| 15 | 275 | 125 | 758 | 1365 | 471 | 1,61 | 2,90 | 1,80 |
| Periodendurchschnittswerte: | | | 703 | 1402 | 468 | 1,50 | 3,00 | 2,00 |

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Prof. Dr. Bickel für die Ueberlassung des Themas und die gegebenen Anregungen meinen Dank auszusprechen.

## Literaturverzeichnis.


1. Schopp, Helmut: Zur Geschichte der Gerste in der menschlichen Ernährung und zur Kenntnis der Stoffwechselwirkung des Gerstenmehls. Diss. med. Fak. Berlin 1939.
2. Hintze: Geographie und Geschichte der Ernährung. Leipzig, Georg Thieme 1934.
3. Bickel, Adolf: Die Brotnahrung des deutschen Volkes und seines Heeres. Georg Thieme, Leipzig 1937.
4. E. V. Mc.Collum, Nina Simmonds: Neue Ernährungslehre. Berlin-Wien, Urban u. Schwarzenberg, 1928.
5. Jucknack, A., Böyer, A., Tillmanns, J.: Hdb. der Lebensmittelchemie. Bd. V, Bd. I. Springer Berlin 1938.
6. Osborne, Th. B.: The vegetable proteins 1924 tongmanns, Green a. Cie. London.
7. — Die Pflanzenproteine. Erg. d. Physiologie 1910. 10. Jg.
8. Kleinschmitt, A.: Z. f. physiol. Chemie. Bd. 54, 110 (1907).
9. Tillmanns, J., Alt, A.: Bioch. Ztschr. Bd. 164, S. 135—162 (1925)
10. Plimmer-Matula: Die chemische Konstitution der Eiweißkörper. Steinkopff, Dresden-Leipzig.
11. Troensegaard, N.: Ztschr. f. physiol. Chemie 127, S. 137 f. (1923).
12. Johnes, C. O. u.. Tinks: Tysine as a hydrolic Produkt of Hordein. J. Biolog. Chem. 38, 63—66.
13. Prior: Ztschr. f. d. gesamte Brauwesen. (1906) 29, 613.
14. Csonka, T. A. u. Jones D. B.: Das Glutelin von Roggen und Gerste. Journ. biolog. chem. (1929) S. 17/21.
15. Abderhalden: Lehrbuch d. physiol. Chemie, 6. Aufl. 1931.
16. Oppenheimer: Tab. biolog. Bd. 11, S. 168.
17. Weitzel, W.: Die biolog. Nährstoffe d. Getreidekörner. Zthchr. f. Volksernährung, Heft 8 u. 9, 12. Jahrg. 1937.
18. Scheunert, A.: Vitamingehalt d. deutschen Nahrungsmittel. II. Teil, Springer 1930.
19. Stepp, Kühnau, Schroeder: Die Vitamine u. ihre klin. Anwendung. Verlag Enke, 1937.
20. Hughes, E. H.: Vitamin A content of barley I. agricult. Res. 47, 487 (1933).
21. Osborne Th. B., Mendel u. Ferry: Z. phys. Chem. 80, 307, 1912.
22. Oppenheimer: Handb. d. Biochemie d. Menschen. Bd. 8, 1925, Der Eiweißstoffwechsel.

23. Osborne, Th.: Jl of Biolog. Chemistry. 34, 521.
24. — Nutritive value of the barley, oat, rye and wheat kernels. Jb. Biolog. Chemistry 41, 275 (1920).
25. Buckner, G. D., Nollan, Wilkins: Journ. Agricult. Research 16. 305—311 (1919).
26. Weiser, St. u. Zaitschek, A.: Beitrag zur biolog. Wertigkeit von Weizen, Gerste und Roggen. Wiss. Arch. Landw. B. 4, 461 (1930).
27. Steenbock, Kent, Gross: The dietary qualities of barley. Jb. Biolog. Chem. 35, S. 61 (1918).
28. Osuka: Biochem. Ztschr. 246, 104 (1932).
29. Kanitz: Bioch. Ztschr. 249, 234 (1932). Nachtrag zur Halbmikromethode der Kohlenstoffbestimmung in biologischen Flüssigkeiten. Bioch. Ztschr. 257, 361 (1933).

Bonne: Gerste statt Fleisch. Bln. klin. Wschr. 1917. 261.

Honecker, T.: Die Stellung der Gerste in der Erzeugungsschlacht mit bes. Berücksichtigung d. Braugerste. Prakt. Bl. Pflanzenbau, 14, S. 326—342 (1937).

Sjollema, B.: Ergeb. u. Probleme d. mod. Ernährungslehre. Ergeb. d. Physiolog. 20 (1922).

Breese, Jones: The chemistry of proteins and its relation to nitrition. The Am. Journal of Public Health, vol 15 Nr. 11.

von Tyszka: Die Ernährung d. verschiedenen Völker. Med. Welt 1934, 1213.

## Lebenslauf.

Ich wurde am 24. 8. 1911 als Sohn des Landwirts Otto M ä n z und seiner Ehefrau Hulda, geb. S t i e t z in Scherndorf geboren. Von Ostern 1921 bis Ostern 1930 besuchte ich das Reformrealgymnasium in Sondershausen, wo ich meine Reifeprüfung ablegte. Anschließend studierte ich an der Universität Leipzig zwei Semester Chemie, später in Marburg Medizin. Nach bestandenem Vorexamen setzte ich an den Universitätskliniken in Berlin mein Studium fort, wo ich am 7. 7. 40 mein Staatsexamen mit der Note „sehr gut" ablegte. Während des praktischen Jahres betätigte ich mich an der Hals-, Nasen-, Ohren-Klinik und an der II. inneren Klinik der Charité. — Mit dem 6. 8. 38 erhielt ich meine Approbation als praktischer Arzt. In der folgenden Zeit war ich 14 Monate als Assistenzarzt in der Unfallklinik der Nordöstlichen Eisen- und Stahlberufsgenossenschaft und 6 Wochen als Volontärarzt an der IV. Universitätsklinik in Moabit beschäftigt. Am 3. I. 40 wurde ich zum Wehrdienst eingezogen. Zur Zeit befinde ich mich als Unterarzt im Felde.